

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

012805724 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1999-611954/199953

XRPX Acc No: N99-450954

**Method of phase detection for a 4-stroke internal combustion engine using ion current measurement**

Patent Assignee: BOSCH GMBH ROBERT (BOSC )

Inventor: FOERSTER J; GUENTHER A; KETTERER M; WALD K

Number of Countries: 021 Number of Patents: 008

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 19817447	A1	19991021	DE 1017447	A	19980420	199953 B
WO 9954622	A1	19991028	WO 99DE1147	A	19990416	199953
EP 1073843	A1	20010207	EP 99926255	A	19990416	200109
			WO 99DE1147	A	19990416	
KR 2001042831	A	20010525	KR 2000711594	A	20001019	200168
JP 2002512343	W	20020423	WO 99DE1147	A	19990416	200243
			JP 2000544936	A	19990416	
EP 1073843	B1	20020807	EP 99926255	A	19990416	200259
			WO 99DE1147	A	19990416	
DE 59902273	G	20020912	DE 502273	A	19990416	200264
			EP 99926255	A	19990416	
			WO 99DE1147	A	19990416	
US 6584955	B1	20030701	WO 99DE1147	A	19990416	200345
			US 2000673876	A	20001222	

Priority Applications (No Type Date): DE 1017447 A 19980420

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

DE 19817447 A1 6 F02P-017/00

WO 9954622 A1 G F02P-017/12

Designated States (National): JP KR US

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU

MC NL PT SE

EP 1073843 A1 G F02P-017/12 Based on patent WO 9954622

Designated States (Regional): DE FR GB SE

KR 2001042831 A F02P-017/12

JP 2002512343 W 18 F02D-045/00 Based on patent WO 9954622

EP 1073843 B1 G F02P-017/12 Based on patent WO 9954622

Designated States (Regional): DE FR GB SE

DE 59902273 G F02P-017/12 Based on patent EP 1073843

Based on patent WO 9954622

US 6584955 B1 F02P-017/12 Based on patent WO 9954622

Abstract (Basic): DE 19817447 A1

NOVELTY - The method involves performing ion current measurement via the ignition plug or some other means to detect part or all of the of the spark current, which is evaluated as the measurement signal. After ignition, the detected measurement signal is processed to yield a characteristic that is fed to an engine control unit or ECU to enable successful and unsuccessful ignitions to be distinguished. A control algorithm in the ECU can detect inadequate energy levels for ignition. The starter can be driven by the ECU and the compression stroke for the cylinder determined, using the characteristic after each ignition, so that injection can be carried out by the ECU with correct phase.

BEST AVAILABLE COPY

USE - For phase detection for a 4-stroke internal combustion engine.

ADVANTAGE - An ion current measurement circuit is used instead of an additional transducer wheel on the camshaft.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a block diagram of the associated system

cylinder (1)

ignition system (2)

ion current measurement arrangement (3)

characteristic generation arrangement (4)

ECU (5)

pp; 6 DwgNo 1/4

Title Terms: METHOD; PHASE; DETECT; STROKE; INTERNAL; COMBUST; ENGINE; ION; CURRENT; MEASURE

Derwent Class: Q52; Q54; X22

International Patent Class (Main): F02D-045/00; F02P-017/00; F02P-017/12

International Patent Class (Additional): F02D-041/06; F02D-041/26;

F02D-041/34

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): X22-A05X

?



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 17 447 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 02 P 17/00**  
F 02 D 41/34

②① Aktenzeichen: 198 17 447.0  
②② Anmeldetag: 20. 4. 98  
④③ Offenlegungstag: 21. 10. 99

**DE 198 17 447 A 1**

⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Ketterer, Markus, 70439 Stuttgart, DE; Wald,  
Klaus-Jürgen, 28857 Syke, DE; Günther, Achim,  
70499 Stuttgart, DE; Foerster, Jürgen, Dr., 09123  
Chemnitz, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
US 51 74 267  
US 50 67 462  
WO 97 28 366  
WO 97 15 758

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Phasenerkennung an einem 4-Takt Ottomotor mit Ionenstrommessung

⑤⑦ Es wird eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Phasenerkennung bei 4-Takt-Motoren vorgeschlagen. Dazu wird von einer elektronischen Kontrolleinheit (ECU) ein Funkenstrom als Meßsignal erfaßt und festgestellt, ob eine Zündung erfolgte oder nicht erfolgte. Es können so die Kompressionstakte der Zylinder ermittelt und so von der elektronischen Kontrolleinheit die Einspritzung phasenrichtig vorgenommen werden.

**DE 198 17 447 A 1**

## Beschreibung

## 1. Verfahren und Vorrichtung zur Phasenerkennung an einem 4-Takt Ottomotor mit Ionenstrommessung

## 1.1 Technische Aufgabe

Moderne Verbrennungsmotoren werden mittels einer ECU (Electronic Control Unit) geregelt und gesteuert. Falls bei Motoren die Einspritzventile elektrisch durch die ECU bedient werden, dann ist es notwendig die Phasenlage beim Start des Verbrennungsmotors zu bestimmen. Die Phasenerkennung gibt bei einem 4-Takt Otto-Motor an, ob sich der Kolben bei der Aufwärtsbewegung im Verdichtungsstakt oder im Ausstoßstakt befindet.

## 1.2 Stand der Technik

Bei bekannten Systemen wird dies beispielsweise durch ein zusätzliches Geberrad auf der Nockenwelle oder durch eine Auslauferkennung gelöst.

## 2. Beschreibung der Erfindung

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren, das mit Hilfe eines Ionenstrommeßkreises eine Phasenerkennung durchführt.

## 3. Figuren

Fig. 1 Überblick über das Gesamtsystem

1: Zylinder

2: Zündsystem

3: Mittel zur Ionenstrommessung

4: Mittel zur Merkmalsbildung

5: ECU (= Electronic Control Unit)

Fig. 2 Beispielhafte Ausführung

Fig. 3 Signalformen

Fig. 4 Ablaufdiagramm

## 3.1 Gegenstand der Erfindung

Das vorliegende Verfahren wird anhand eines Ausführungsbeispiels in Fig. 1 dargestellt. Es nutzt das Mittel 3 der Ionenstrommessung, indem mit Hilfe dieses Mittels die Zündung. Mittel 2, beobachtet wird. Mittel 2 dient gewöhnlich zum Start des Verbrennungsprozesses 1.

Entsteht an der Zündkerze ein Zündfunke und wird an dieser Zündkerze während dieser Zeit Ionenstrom gemessen, dann kann mit Hilfe des Mittel 3 der Funkenstrom nachgewiesen werden. Der Nachweis eines Zündfunkens kann zur Ermittlung der Phase genutzt werden.

Nach dem Paschengesetz ist bekannt, daß die Zündspannung um so höher ist, je größer der Druck zwischen den Elektroden ist. Wird der Motor vom Anlasser gedreht, dann wird das Gas im Verbrennungsraum nach jeweils 720° KW verdichtet. Dieser Druckanstieg im verdichteten Gas, in das noch keine Einspritzung des Kraftstoffes erfolgte, führt zu einer erhöhten Zündspannung.

Der Unterschied zwischen hoher und niedriger Zündspannung kann durch die Zündenergie bestimmt werden. Wird dem System nur soviel Energie zur Verfügung gestellt, daß es in den Bereichen niedrigen Druckes zur Zündung ausreicht, in den hohen Druckes aber nicht, dann kann durch die Analyse des Funkenstromes ein Unterscheidungsmerkmal gebildet werden.

Ist kein Zündfunke übergesprungen, dann wird sich nur die primär- und sekundärseitige Streukapazität aufladen und

im nächsten Schritt wird die Energie über die im Zünder oder extern befindliche Freilaufdiode D ins Bordnetz zurückgespeist. Man wird einen sehr kurzen Ionenstrom, der durch den Funkenstrom vorgetäuscht wird, messen.

## 3.2 Ermittlung des richtigen Energieniveaus

Noch bevor der Anlasser mit der Rotation beginnt, wird mit einer Reihe von Zündfunken der mit ausreichendem Störabstand versehene Abschaltstrom bestimmt, so daß eine Zündung sicher erfolgt. Diese Anpassung kann unter Umständen 10 Iterationen umfassen.

Es ist möglich, daß sich einige Zylinder gerade in komprimiertem Zustand befinden. In diesem Falle wird das notwendige Energieniveau falsch bestimmt. Mindestens die Hälfte der Zylinder befindet sich aber in ausreichend unkomprimiertem Zustand, so daß auch in diesem Falle noch ausreichend Redundanz vorhanden ist.

Die Phasenerfassung und Zündregelung erfolgt an allen Zylindern mit Hilfe des Ionenstrommeßkreises kontinuierlich. Nach ausgegebener Zündung wird der ermittelte Merkmalswert von der ECU bei Bedarf erfaßt und es wird in erfolgte Zündung oder nicht erfolgte Zündung klassifiziert. Wird ein Zündaussetzer erkannt, können bei ausreichender Zündwiederholfrequenz mehrere Zündungen im Zeitraum des Überstreichen eines Kolbens des Verdichtungs-OT ausgewertet werden, so daß sich eine stabile Aussage bezüglich des 360° KW entfernten Zylinders ergibt. D.h. bei einem Zylinder unterbleibt die Zündung und beim 360° KW entfernten Zylinder bleibt der Zündfunke weiterhin bestehen. Von nun an ist die Phase bekannt.

Spätestens nach einer Umdrehung, nach Vorbeilaufen der Bezugsmarke auf dem Kurbelwellengeberrad, kann mit der Einspritzung am richtigen Zylinder begonnen werden.

Von entscheidender Bedeutung ist hierbei daß der Abschaltstrom (= die in die Spule eingebrachte Energie) konstant gehalten wird. Gegebenenfalls muß die Batteriespannung von der ECU erfaßt und die Schließzeit/Schließwinkel korrigiert werden.

## 3.3 Merkmalsbildung (als Beispiel am induktiven Zündsystem)

Die Ionenstrommeßeinrichtung kann auf jeden Fall einen Teil des Funkenstromes erfassen, und wird in der Regel dadurch voll angesteuert. Erfolgt nach angepaßten Energieniveaus ein Versuch der Zündung, wird während der Dauer eines Zündfunkens der Ionenstrom integriert, das Ergebnis wird durch ein Sample&Hold erfaßt und der ECU zur Verfügung gestellt.

Eine alternative Möglichkeit der Merkmalerfassung ist dadurch zu realisieren, daß das gemessene Signal tiefpaßgefiltert und mit einem Spitzenwerterfassung beobachtet wird. Der ECU wird der Spitzenwert zugeführt, dieser Spitzenwert wird anschließend mit einer Schwelle verglichen.

## 3.4 Signale

In Fig. 3 sind beispielhaft, die am induktiven Zündsystem auftretenden Signale aufgezeichnet. Unterschieden wird in "nicht erfolgte Zündung" und "erfolgte Zündung". Dargestellt sind: der Sekundärstrom, welcher in  $L_2$  zu fließen kommt (siehe Fig. 2); der Ionenstrom, der mit der Ionenstrommeßeinrichtung gemessen wird und beispielhaft das Tiefpaßsignal des gemessenen Ionenstromes, das die Merkmalsbildung aufzeigen soll.

Wie ein induktives Zündsystem funktioniert wird als hinreichend bekannt vorausgesetzt. Zunächst wird in die Zünd-

spule die Zündenergie über die Primärseite eingebracht, indem der Transistor geschlossen wird. Zum Zeitpunkt  $T_0$  wird der Zündtransistor T hochohmig geschaltet und die Energie in der Spule treibt nun einen Strom in der Primär- und Sekundärwicklung. Der Strom in der Sekundärwicklung wird als  $i_{sec}$  bezeichnet und ist im jeweils ersten Diagramm zu sehen.

### 3.4.1 Nicht erfolgte Zündung

Reicht die Energie in der Zündspule nicht aus, so daß der Zündfunke überspringt, dann verhält sich die gesamte Anordnung wie ein LC-Schwingkreis mit jeweils einer Spule im Primär- und Sekundärseite. Die Kapazitäten werden jeweils durch Streu- und Bauelementekapazitäten gebildet.

Auf der Sekundärseite sind dies Spulenkapazität, Kabelkapazität und Kerzenkapazität.

Ist die Hälfte der Schwingung vorbei, wird der Strom in Primär- und Sekundärseite negativ. Nun beginnt auf der Primärseite die Freilaufdiode D zu leiten und speist den Rest der Energie in die Batterie zurück. Auch auf der Sekundärseite wird so die Energie entzogen und der Stromfluß kommt schnell zum Erliegen. Da die Ionenströme sehr klein sind wird der Signalpegel der Ionenstrommessung  $i_{ion}$  sofort maximal ausgesteuert. Wird das Ionenstromsignal  $i_{ion}$  tiefpaßgefiltert  $TP(i_{ion})$ , dann wird nur ein geringer Signalpegel erreicht.

### 3.4.2 Erfolgte Zündung

Springt der Funke über bevor noch die gesamte Energie auf die Streukapazitäten geladen wurde, dann kommt der für eine induktive Zündanlage typische dreieckförmige Funkenstrom in der Sekundärseite zu fließen. Dieser reicht wiederum aus den Pegel der Ionenstrommeßeinrichtung komplett auszusteuern. Das tiefpaßgefilterte Ionenstromsignal  $TP(i_{ion})$  erreicht einen deutlich höheren Pegel, als das Signal bei nicht erfolgter Zündung.

Die beiden Fälle sind von der ECU leicht zu unterscheiden.

## 4. Ablaufdiagramm

Das in Fig. 4 beschriebene Ablaufdiagramm gilt für alle oder entsprechend ausgewählte Zylinder, die für die Phasenerkennung beobachtet werden sollen. Bei einem hochzylindrigen Motor wird man wohl nicht alle Zylinder für die Phasenerkennung benötigen.

Dieses beispielhafte Ablaufdiagramm soll einen schnellen Überblick über das Verfahren geben.

## 5. Kern und Vorteile der Erfindung

Kern der Erfindung ist die Nutzung der Ionenstrommessung zur Zündfunkenbeobachtung und die daraus abgeleitete Phasenerkennung.

Ist eine Ionenstrommessung an einem Fahrzeug vorhanden, kann durch geringen technische Mehraufwand eine Phasenerkennung installiert werden.

Da sich das Verfahren auf schon vorhandene Ressourcen abstützt ist es äußerst kostengünstig.

## Patentansprüche

1. Verfahren und Vorrichtung zur Phasenerkennung von 4-Takt Brennkraftmaschinen bestehend aus einem Zündsystem, gesteuert durch eine ECU, mit einer Spule/Übertrager einem Zündtransistor/IGBT/FET T mit

Freilaufdiode D und einer Zündkerze Zk, ausgerüstet mit einer Ionenstrommessung über die Zündkerze bzw. eines beliebigen Mittels zur Erfassung eines Teiles oder des gesamten Funkenstromes, welcher als Meßsignal gewertet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß das erfaßte Meßsignal nach einer ausgegebenen Zündung zu einem Merkmal aufbereitet wird, das der ECU zugeführt wird, derart, daß in erfolgte und nicht erfolgte Zündung unterschieden werden kann, weiterhin ein Regelalgorithmus in der ECU vorgesehen ist, der das gerade noch zur Zündung notwendige Energieniveau ermittelt, anschließend den Anlasser von der ECU aus bedient und, mit Hilfe des nach jeder Zündung gebildeten Merkmals, die Kompressionstakte der Zylinder ermittelt, so daß von der ECU die Einspritzung phasenrichtig vorgenommen werden kann.

2. Verfahren und Mittel nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das Merkmal für die erfolgte Zündung durch Integration aus dem Meßsignal während eines möglichen Zündfunkens gewonnen wird.

3. Verfahren und Mittel nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das Merkmal für die erfolgte Zündung durch Tiefpaßfilterung und Spitzenwerterfassung aus dem Meßsignal während eines möglichen Zündfunkens gewonnen wird.

4. Verfahren und Mittel nach Anspruch 1 und 2 oder Anspruch 1 und 3 dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung des richtigen Energieniveaus durch Auswertung der gleichen Merkmale, wie sie für die Ermittlung der Kompressionstakte erforderlich ist.

5. Verfahren und Mittel nach Anspruch 1 und 2 oder Anspruch 1 und 3 dadurch gekennzeichnet, daß die Ermittlung der Phase auf mehrere Zylinder, maximal alle, angewendet wird so daß ausreichende Redundanz besteht.

6. Verfahren und Mittel nach Anspruch 1 und 2 oder Anspruch 1 und 3 dadurch gekennzeichnet, daß vor Beginn des Verfahrens zunächst eine Umdrehung erfolgt, um eventuell noch verbrennungsfähiges Restgas aus dem Zylinder zu befördern.

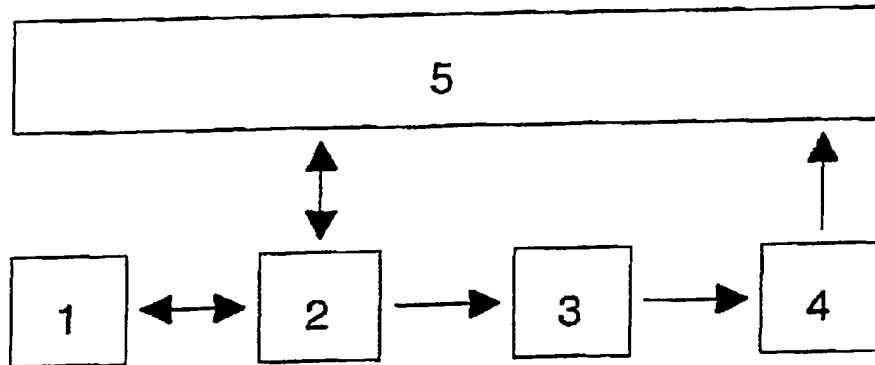
7. Verfahren und Mittel nach Anspruch 1 und 2 oder Anspruch 1 und 3 dadurch gekennzeichnet, daß eine konstante Ladeenergie der Spule durch Beobachtung der Batteriespannung und gegebenenfalls einer Anpassung der Schließzeit erreicht wird.

---

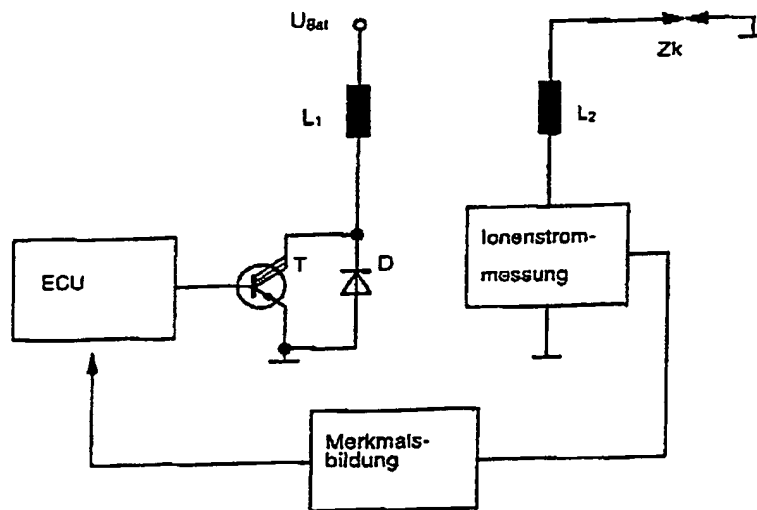
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

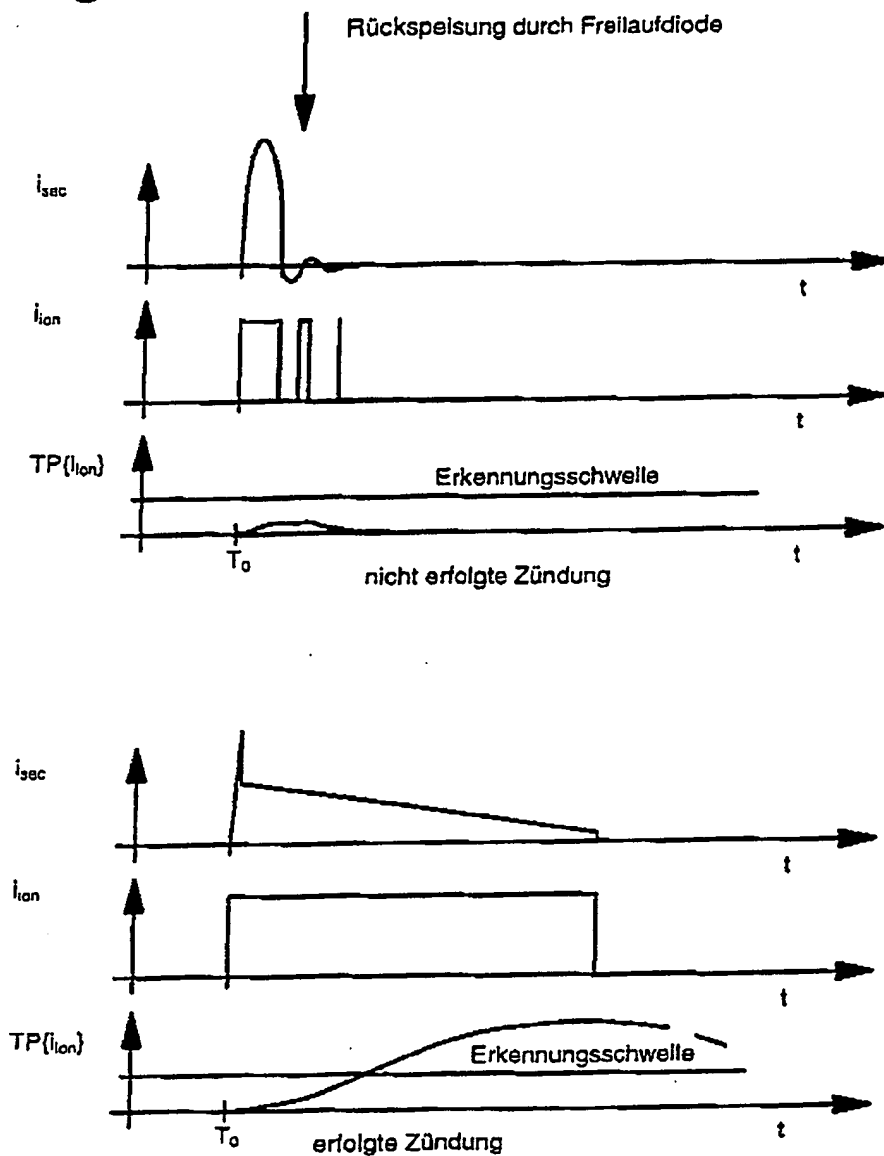
Figur 1



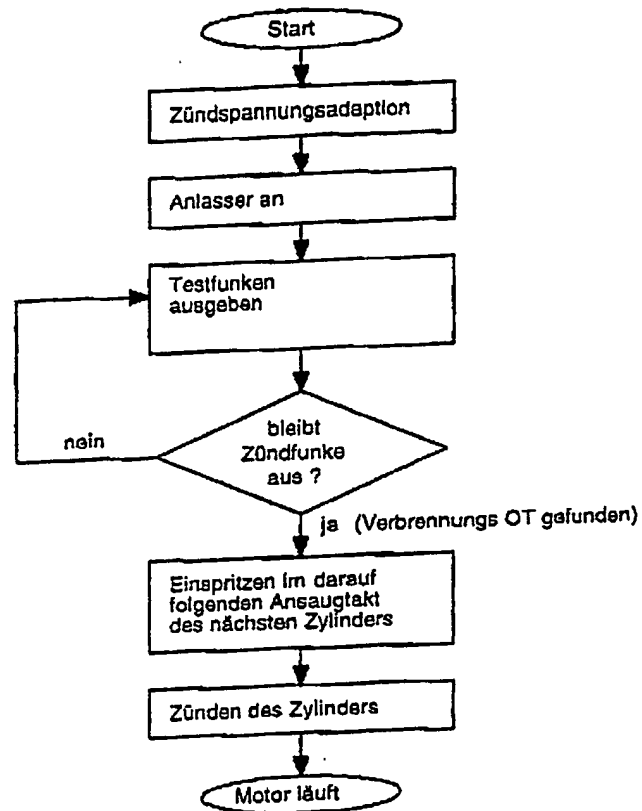
Figur 2



Figur 3



Figur 4





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**